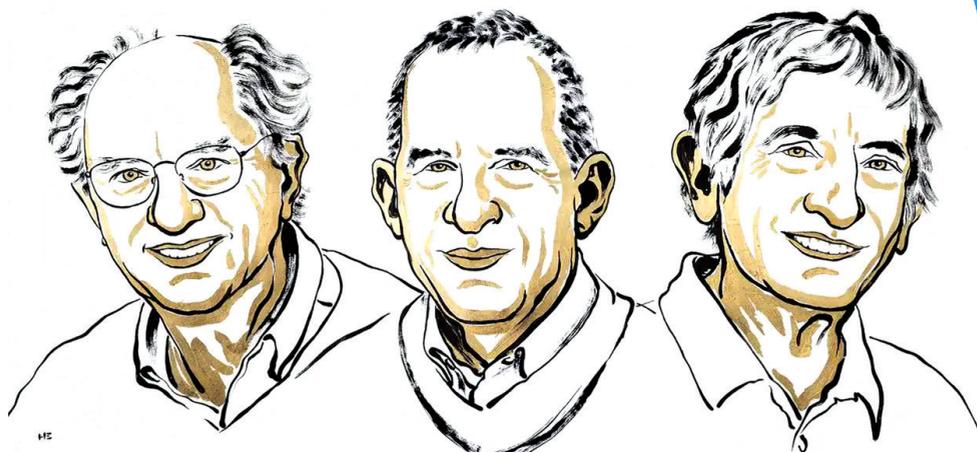


量子力学诞生百年之际，瑞典皇家科学院7日将2025年诺贝尔物理学奖授予约翰·克拉克、米歇尔·H·德沃雷和约翰·M·马蒂斯三名量子物理学家。正是他们在前人百年探索基础上的开创性发现，让我们“看见”曾只存在于微观领域的量子现象，也为新一代量子技术的发展奠定了坚实基础。

让量子现象“肉眼可见”

——2025年诺贝尔物理学奖成果解读



2025年诺贝尔物理学奖得主(从左到右):约翰·克拉克、米歇尔·H·德沃雷和约翰·M·马蒂斯。(新华社发)

系列开创实验

量子力学以“怪诞”和“反直觉”的现象而闻名。比如，在日常生活中，当我们把球扔向墙壁时，每次都会反弹回来。然而在微观世界，单个粒子却会“穿墙而过”，这种量子力学现象被称为量子隧穿效应。

上世纪80年代，三名获奖科学家在加利福尼亚大学伯克利分校进行了一系列开创性实验。他们构建了一个包括两个超导体的电路，并用一层完全不导电的薄材料将这些超导体分开。在这项实验中，他们展示了一种现象：超导体中所有带电粒子都可以表现出“整齐划一”的行为，就好像它们是充满整个电路的单个粒子一样。

这个系统起初被“困在”一个没有电压、但有电流在超导体中流动的状态中。在实验中，该系统展现出量子特性，通过隧穿效应成功“逃离”零电压状态，并产生出一个可测量的宏观效应——可观测的电压。这意味着他们实现了宏观量子隧穿。实验还表明，该系统是量子化的，即只能吸收或释放特定能级的能量，与量子力学的预测相符。

有物理学家用量子力学中著名的“薛定谔的猫”作类比，认为本次诺奖的成果把原本的思想实验变成了可放在手掌中看得见的电路，虽然这个电路系统和一只猫还有很大差别，但在物理学家眼中它们在本质上很相似。

基于百年探索

诞生于1925年的量子力学，在一个世纪的发展中成为现代物理学的重要基础。本次诺奖成果也基于百年来相关领域科学家孜孜不倦的探索。

1928年，物理学家乔治·伽莫夫通过对重原子核的 α 衰变进行理论分析，首次提出，量子隧穿效应能够解释该衰变过程，从而奠定了隧穿理论在核物理中的应用基础。随后，物理学家很快开始研究多个粒子同时参与的隧穿现象，他们把目光投向了超导。

许多耀眼的名字出现在这条研究道路上。在超导材料中，电子可以形成“同步舞蹈”的“库珀对”，这个名字来源于因在超导领域研究贡献而获1972年诺贝尔物理学奖的莱昂·库珀。如果两个超导体之间用一层薄的绝缘层相隔连接，就会形成“约瑟夫森结”，这个名字来源于因相关研究而获1973年诺贝尔物理学奖的布赖恩·约瑟夫森。

今年获奖的三名量子物理学家正是在这些先行者的成果基础上，通过“约瑟夫森结”实验首次证实，当超导体中的“库珀对”集体呈现量子态时，整个电路能像单个粒子一样实现隧穿跃迁，打破了量子效应仅存在于微观世界中的传统认知。

通向新的世界

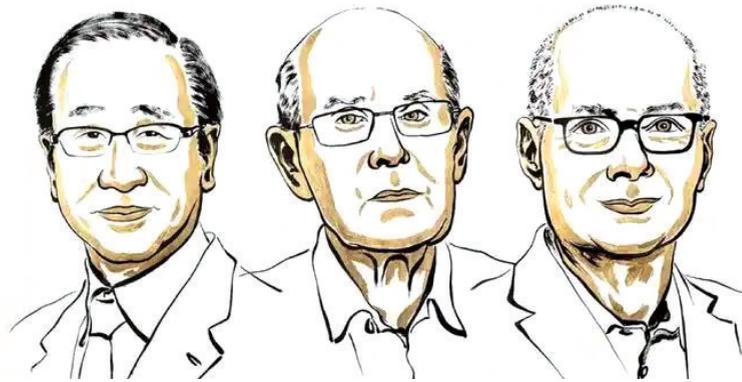
诺贝尔物理学委员会主席奥勒·埃里克松当天表示，百年来量子力学不断带来新的惊喜，它大有用处，为数字技术提供了基础。比如计算机芯片中的微晶体管，就是我们身边成熟的量子技术实际应用的一个例子。

诺贝尔物理学委员会表示，今年的诺贝尔物理学奖成果为开发下一代量子技术提供了机遇，包括量子密码学、量子计算机和量子传感器。

诺贝尔物理学委员会成员埃娃·奥尔松当天接受新华社记者采访时说，今年的获奖成就打开了“通向另一个世界”的大门，使人们能够在更大尺度上研究量子力学世界。当前多国都在开展量子力学相关研究，如量子计算机等，相信未来这一领域会带给我们更多惊喜。

奥尔松强调，要推动相关领域的发展，国际合作至关重要，很多重大成果正是通过国际合作实现。她表示，自己在研究中就与中国、欧洲、韩国、日本等多国同行合作，这些合作让研究更具有深度和多样性。在量子科学领域，“国际合作是寻找未来解决方案的关键，这也是诺贝尔遗嘱的精神”。

(据新华社电 记者郭爽 张兆卿 朱昊晨)



2025年诺贝尔化学奖得主(从左到右):北川进、理查德·罗布森和奥马尔·M·亚吉。(新华社发)

为化学创造“新空间”的金属有机框架

——2025年诺贝尔化学奖成果解读

瑞典皇家科学院8日在宣布2025年诺贝尔化学奖得主时，用一句富有诗意的话总结了获奖者的贡献：“他们为化学创造了新空间。”这一荣誉属于日本京都大学的北川进、澳大利亚墨尔本大学的理查德·罗布森和美国加利福尼亚大学伯克利分校的奥马尔·M·亚吉。三位科学家因开发出金属有机框架而获奖。这项成果不仅拓展了化学研究的边界，也为能源、环境和材料科学带来深远影响。

金属有机框架是什么

金属有机框架是一种精巧的“分子建筑”。它由金属离子充当“角点”，通过长链有机碳基分子作为“梁柱”相互连接，构成规则整齐的三维晶体结构。框架内部布满宽敞的空腔，气体或液体分子可以在其中自由进出。这种结构可用于从沙漠空气中提取水分、捕获二氧化碳、储存有毒气体或催化化学反应等。

这种由金属离子与有机分子相互连接形成的结构，既有稳固框架，又具备设计灵活性。科学家可以选择不同的金属离子和有机分子，像建筑师那样“定制”材料的性质，搭建出具有不同性能的金属有机框架。

金属有机框架的出现改变了传统化学的研究思路。它不仅意味着一类新材料的诞生，更代表了一种方法论的突破——化学家可以在分子层面主动“规划空间”，用理性设计取代以往依赖偶然发现的实验探索。

“分子宫殿”终成现实

20世纪80年代，罗布森尝试以一种新方式来利用原子的固有属性。1989年，罗布森在《美国化学学会杂志》上发表这项成果并提出，这种设计思路可能为构建具有全新特性的材料提供路径。

为罗布森的愿景奠定坚实基础的是北川进和奥马尔·M·亚吉。1992年至2003年间，他们分别取得突破性成果。北川进证明气体可以自由进出金属有机框架而不破坏结构，揭示了其柔性特征；奥马尔·M·亚吉则创造出高度稳定的金属有机框架，并证明可以通过理性设计对其进行调控，使其具备新的理想性能。1999年，奥马尔·M·亚吉合成出经典的MOF-5材料，其内部空间巨大且能在300摄氏度下保持稳定。在此基础上，化学家们构建出数以万计不同金属有机框架材料，其中许多材料有望帮助人类应对重大挑战。

让分子为人类服务

诺贝尔化学委员会评委、斯德哥尔摩大学结构化学系教授邹晓冬接受新华社记者采访时表示，这项成果是化学领域的重要发现，获奖者首次实现了金属离子与有机分子的有序结合，成功设计出具有较大孔洞的晶体结构，为合成具有可控空间的化合物提供了新方法。今天的研究者正利用这一技术，为人类面临的资源、能源与环境挑战寻找解决方案。

在环境领域，金属有机框架材料能吸附二氧化碳，减少温室气体排放；能从中分离出全氟和多氟烷基物质(PFAS)等“永久污染物”；还能分解抗生素残留及有害气体。在能源领域，它们可用于储存氢气和甲烷，为新能源交通提供更安全高效的储气方式；还可用于催化反应和电化学能量转化。

“目前该领域研究正快速发展，全球已有大量科研团队投入其中。据我了解，仅中国就有超过100个实验室在开展相关研究。”邹晓冬说。

(据新华社电 记者朱昊晨 郭爽 张兆卿)